

METHOD AND DEVICE FOR CONTROL OF ALIGNMENT LIGHT TRANSMITTANCE

Patent Number: JP4237114
Publication date: 1992-08-25
Inventor(s): SHIBATA HIROMASA
Applicant(s): SORUTETSUKU:KK
Requested Patent: ☐ JP4237114
Application Number: JP19910019144 19910121
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/027; G01B11/00; G03F9/00; H01L21/68
EC Classification:
Equivalents: JP2646297B2

Abstract

PURPOSE:To remove the film-thickness dependency of light transmittance of mask membrane when an oblique incident alignment operation is conducted using X-ray lithography, and to obtain a high light transmittance.
CONSTITUTION:When an alignment light is obliquely made incident on the diffraction lattices 1a and 1b of a mask A and a wafer B from a light source unit 20, the incidence angle ψ of the alignment light is finely adjusted by a goniometer 7, a detection unit 50, with which a mask signal light and a wafer signal light are detected in synchronization with the goniometer is operated. The detection angle of the unit 50 is coincided with the above-mentioned incidence angle ψ , and the mask signal and the wafer signal are detected at the position of highest intensity of signal light.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成4年(1992)8月25日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(74)代理人 弁理士 吉原 省三 (外1名)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク及び該マスクを透過してウェハにコヒーレント光源からアライメント光が斜入射され、マスク及びウェハからその信号光が検出されてこれらの精密位置検出がなされる際に、前記アライメント光の入射角度を微調整して、この微調整に追従させて信号光の検出を行なうことで、マスクメンブレンの見掛けの膜厚を変化させ、該マスクメンブレンにおけるアライメント光及び信号光の透過率を変えるようにしたことを特徴とするアライメント光透過率制御方法。

【請求項2】 マスク及びウェハに対しアライメント光を斜入射せしめるコヒーレント光源と、該マスク及びウェハからの信号光を斜方検出するディテクタと、該光源とディテクタを同期して動かしアライメント光の入射角度及び信号光の検出角度を微調整するゴニオメータとを有することを特徴とするアライメント光透過率制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はX線リソグラフィ等で単色光による斜入射アライメントを行なう際に、マスクメンブレンでの光透過率の膜厚依存性を除去し、高い透過率が得られるようにするアライメント光透過率制御方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体リソグラフィ用ステップの精密位置検出技術は、光ヘテロダイン方式等の開発でその検出精度を飛躍的に向上させている。

【0003】 図6はこの光ヘテロダイン方式による精密位置検出技術を用いたマスクA及びウェハBの位置合せ法の一例を示している。即ち、ゼーマンレーザ光源2等から発せられる f_1 及び f_2 の2周波直交直線偏光を偏光ビームスプリッタ4aで f_1 と f_2 の成分の光に分け、これらをアライメント光としてミラー3a及び3bによりマスクA及びウェハB上の各回折格子1a、1bに対し $\pm n$ 次($n \cdot \lambda = P \cdot \sin \theta n$, λ は光の波長、 P は回折格子ピッチ、 θn は入射角度)方向から入射させる。回折によって垂直方向に取り出されてくるマスク信号光とウェハ信号光については、偏光板4b、4cによって夫々 f_1 成分と f_2 成分を干渉せしめてビート信号を生成させ、マスクA由来のビート信号とウェハB由来のビート信号を夫々ディテクタ5a、5bで検出する。これらのビート信号の位相差を制御部6で検出してマスクA及びウェハBの位置ずれ量を求め、それに応じてマスクステージ及びウェハステージに制御信号を出力して、マスクA及びウェハBの位置合せを行なっている。

【0004】

【発明が解決しようとする問題点】 この様な位置検出方法では、マスクA及びウェハBの各回折格子1a、1bに対し格子長手方向にアライメント光を斜入射させ、又信号

光もその入射角度に応じて斜方検出されるのが一般的である。その際ウェハBへはアライメント光が一旦マスクメンブレンを透過して入射され、且つウェハBからの信号光もマスクメンブレンを透過して検出されることになる。

【0005】 しかし、アライメント光や信号光が該マスクメンブレンを透過する時に、該メンブレン内で起こる多光束干渉の影響でこれらの光の透過率に変動を生ずる。

10 【0006】 この多光束干渉は一般的に光源波長や膜厚に依存すると言われているが、図7はメンブレン厚に依存する多光束干渉による透過率変動の一例を示している。そしてマスクメンブレンを透過してレーザ光が1往復した後検出されるウェハ信号光は、図7に示される透過率の略最低値の50%の場合と80%の場合で比較したら、往復で約3倍の強度差を生ずることになる。

【0007】 この様な理由から、ディテクタ5aで検出されるウェハ信号光は、微弱で検出に困難を来している場合が多く、透過率変動を改善できる技術の開発が望まれていた。

【0008】 本発明は従来技術の以上の様な問題に鑑み創案されたもので、マスクメンブレンでの光透過率の膜厚依存性を除去し、高い透過率でウェハ信号光が検出できるようにせんとするものである。

【0009】

【問題点を解決するための手段】 そのため本発明者は、マスクメンブレンに対してアライメント光を斜入射した時に起こる多光束干渉の発生原因について究明し、次の様な理由によるものと考えた。

30 【0010】 即ち、図1に示される様に、透明な薄膜のマスクメンブレン10に対して角度 ψ で入射した光 $S B_1$ は、メンブレン表面で一部($B_1 C_1$)が反射され、残りは角度 ψ' でメンブレンを透過($B_1 D_1$)する。更にメンブレン裏面で一部が反射($D_1 B_2$)し、残りは透過($D_1 E_1$)する。これが1次透過光となる。一方、反射光 $D_1 B_2$ は、一部メンブレン表面で透過($B_2 C_2$)し、残りは反射($B_2 D_2$)する。更に裏面で一部が反射($D_2 B_3$)し、残りは透過($D_2 E_2$)する。入射光は、減衰しながらこれを無限に繰り返すと考えられる。

40 【0011】 そして入射光はこれ以外にも例えば図2に示される様に、角度 ψ で $S_1 B_2$ に入射してくるものもあり、この光も一部が角度 ψ' でメンブレン内を透過($B_2 D_2$)した後、メンブレン裏面で更に一部が1次透過光となって透過($D_2 E_2$)する。この1次透過光はメンブレン内を透過している($B_2 D_2$)間に、前述の $S B_1$ 入射光由来のメンブレン内反射光($D_1 B_2 \sim B_2 D_2$)と重なった時に干渉され、両者の位相ずれが大きい場合、光の強度が減衰して、1次透過光 $D_2 E_2$ の透過率は下がることになる。

50 【0012】 以上の現象がマスクメンブレン内で起こる

多光束干渉の原因であると考え、本発明者はそれに基づいて上記透過率変動の対策につき検討した。その結果、本発明者はマスクメンブレン10内 B_2D_2 で干渉し合う光の位相ずれを少なくすれば、光の透過率低下は抑えることが可能になるのではないかと考えに到った。

【0013】本発明は以上の様な経緯から開発されたものであって、その要旨はアライメント光の入射角度を微調整して、この微調整に追従させて信号光の検出を行なうことでマスクメンブレンの見かけの膜厚を変化させ、該マスクメンブレンにおけるアライメント光及び信号光

10の透過率を変えるようにしたことにある。

【0014】以上の方法によればアライメント光の入射角 ψ を変化させることで、メンブレン内に透過される光は屈折角 ψ' が変わり、図2の B_2D_2 で干渉し合う光の光路差(D_1B_2)分が変化することで、これらの光の位相ずれを調整することができるようになる。従って上記アライメント光の入射角の微調整を行なってマスクメンブレン内で干渉し合う光の位相ずれを小さくすれば、多光束干渉の影響を小さくすることができ、光の透過率を高めることが可能となる。

【0015】第2発明は以上の本発明法の実施装置に係り、マスク及びウェハに対しアライメント光を斜入射せしめるコヒーレント光源と、該マスク及びウェハからの信号光を斜方検出するディテクタと、該光源とディテクタを同期して動かし、アライメント光の入射角度及び信号光の検出角度を微調整するゴニオメータとを有することを基本的特徴としている。

【0016】

【実施例】以下添付図面に基づき本発明の具体的実施例につき説明する。

【0017】図3及び図4は、 SiNx (空気の屈折率に対する当該材料の比屈折率は2.29) をマスクメンブレン材とする厚さ $2.017\mu\text{m}$ のマスクAとその直下にあるウェハBに夫々格子ピッチ $P=4\mu\text{m}$ の回折格子1a、1bを設け、これらを使って前述した光ヘテロダイン方式の精密位置検出技術により該マスクAとウェハBの精密位置合せを行なう場合に、第2発明構成が適用された実施例構成を示す正面図及びその側面図である。

【0018】本実施例構成では、 He-Ne レーザ光源2から発せられた2周波成分を直する直交直線偏光のレーザ光($\lambda=0.6328\mu\text{m}$)が偏光ビームスプリッタ4aで2周波成分に分けられてミラー3a、3bにより ± 1 次方向(回折角 $\theta=9.1^\circ$)よりマスクA及びウェハBの各回折格子1a、1bに入射される。この入射は図4に示される様に、格子1a、1b長手方向に傾き ψ をもって入射される。尚、4dは $1/2$ 波長板であり、2周波成分に分けられた一方の光の偏光面を 90° ずらし、もう一方の成分の偏光面と一致させる機能を有している。以上のアライメント光の入射構成が光源ユニット20として1つのフレーム内に設置されている。

【0019】上記の斜入射により、両回折格子1a、1bで回折されて格子幅方向から見て垂直に、且つ格子長手方向から見て前記入射角 ψ と同じ傾きをもって取り出されてくるため、ミラー3c、3dを介してディテクタ5a、5bによりマスク信号光及びウェハ信号光の斜方検出を行なう。これらの信号光は前述した $1/2$ 波長板4dにより回折時点で干渉し合っており、既にビート信号が生成されているため、前記ディテクタ5a、5bは該ビート信号を検出することになる。これらの信号光の検出構成は検出系ユニット50として前述の光源ユニット20と同様、1つのフレーム内に設置されている。

【0020】その他、上記ディテクタ5a、5bで検出されたビート信号を入力してこれらの位相差を測定することで、マスクA及びウェハBの位置ずれ量を演算し、そのずれ量に基づいてマスクステージ及びウェハステージに制御信号を出力して両者の位置合せを行なう制御部が設置されているが、図3及び図4では省略されている。

【0021】本実施例構成では、図4に示される様に、ウェハ回折格子1bの重心Oを回転中心とした曲率半径Rの湾曲ガイドレール70、71とこのガイドレール70a、71aをスライドするスライダ70a、71aとで構成され、両スライダ70a、71aが同期して同角度分だけ互いに反対の方向に動くように設計されたゴニオメータ7が設けられており、前記光源ユニット20は一方のスライダ70aに、又検出系ユニット50はもう一方のスライダ71aに設置されている。

【0022】このゴニオメータ7で光源ユニット20のアライメント光入射角度 ψ と検出系ユニット50の信号光検出角度 ψ を調整したところ、 SiNx で構成される厚さ $2.017\mu\text{m}$ のマスクメンブレンでは、前記入射角度 ψ 及び検出角度 ψ を 30° 付近に設定した時に、検出される信号光強度が最も高くなった。

【0023】しかし、実際に製作されるマスクメンブレンの膜厚は、通常 $0.05\mu\text{m}$ 程度以下の誤差を持っている。そこで上記ゴニオメータ7でその誤差分を補正してみた。図5はその時のマスクメンブレンの膜厚Xと透過率最大値の時の入射角 ψ_{max} の関係を示すグラフである。 $\psi=30^\circ$ を中心に、膜厚誤差 $\pm 0.05\mu\text{m}$ を補正するには、 $10^\circ \sim 45^\circ$ の範囲で動けばよいことがわかった。

【0024】

【発明の効果】以上詳述した本発明の構成によれば、半導体リソグラフィ用の光ヘテロダイン位置検出構成におけるマスクメンブレン透過率の膜厚依存性を補正してアライメント光及び信号光の透過率を常に最高の状態にすることが可能となり、マスク及びウェハの位置検出が容易に行なえるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】マスクメンブレン内の多光束干渉の原理を示す説明図である。

【図2】この多光束干渉による影響で透過光の透過率変動が起こる現象を示す説明図である。

【図3】第2発明構成の一実施例が適用されたX線リソグラフィの光ヘテロダイン方式の精密位置合せ装置の構成を示す正面図である。

【図4】前図構成の側面図である。

【図5】マスクメンブレンの膜厚とウェハ信号光強度が最大となる入射角 ψ_{\max} との関係を示すグラフである。

【図6】光ヘテロダイン方式によるマスクAとウェハBの精密位置合せ技術の従来例を示す斜視図である。

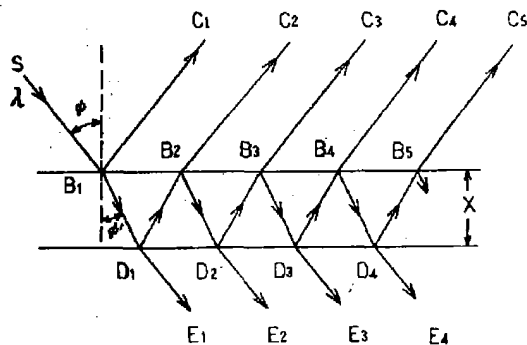
【図7】マスクメンブレンの膜厚とこれを透過する光の透過率の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

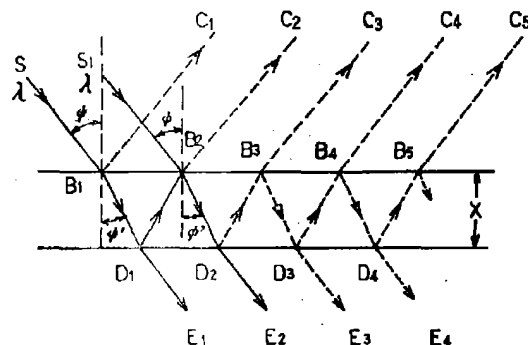
1a、1b 回折格子

- | | |
|-------------|------------|
| 2 | 光源 |
| 3a、3b、3c、3d | ミラー |
| 4a | 偏光ビームスプリッタ |
| 4a、4c | 偏光板 |
| 4d | 1/2波長板 |
| 5a、5b | ディテクタ |
| 6 | 制御部 |
| 7 | ゴニオメータ |
| 10 | マスクメンブレン |
| 10 | 20 光源ユニット |
| 50 | 検出系ユニット |
| A | マスク |
| B | ウェハ |

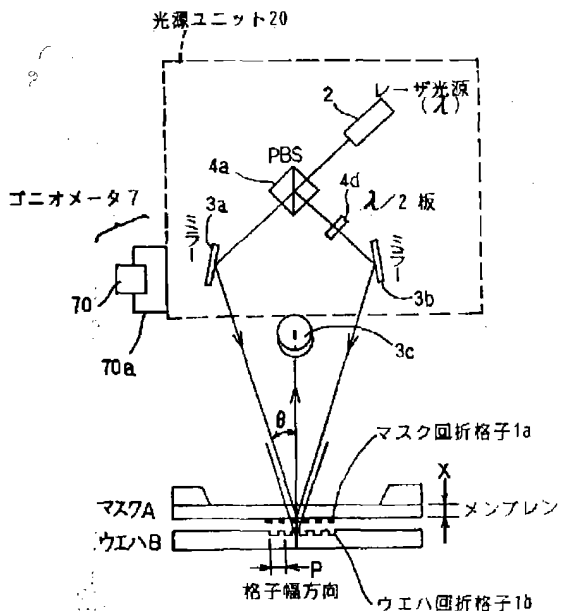
【図1】



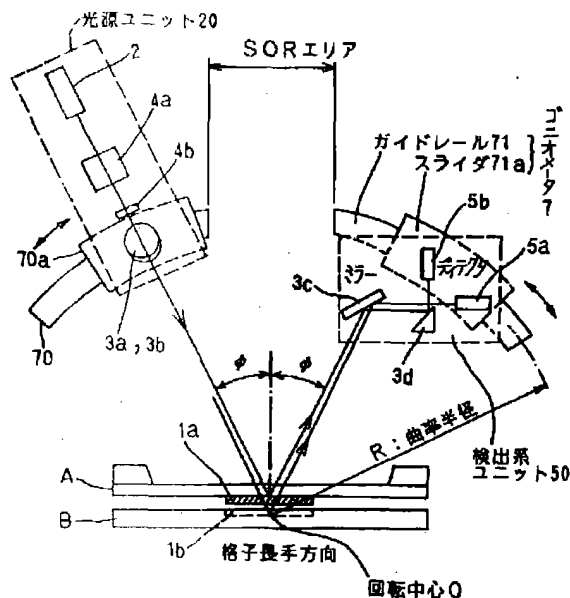
【図2】



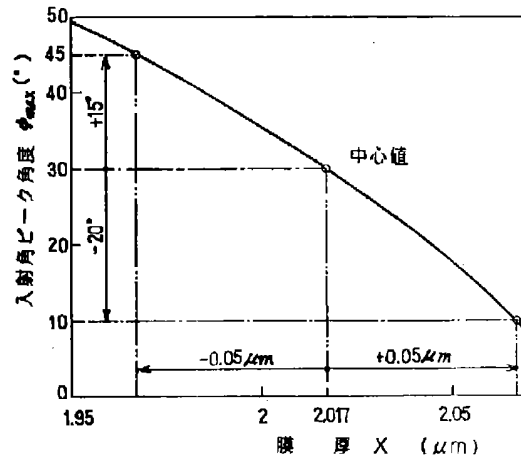
【図3】



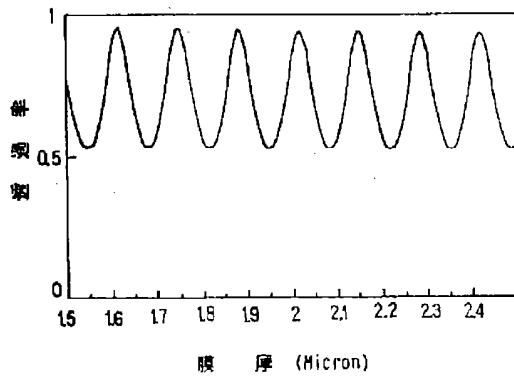
【図4】



【図5】



【図7】



【図6】

